

УДК 629.78

ПРОГРАММНЫЙ РАСЧЁТ ХАРАКТЕРИСТИК ПОДШИПНИКА СКОЛЬЖЕНИЯ

Нуждов В. О., Паровой Е. Ф.

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С. П. Королёва, г. Самара

Подшипники скольжения (ПС) широко применяются в различных агрегатах авиационного двигателя. Трудоёмкость и дороговизна производства испытательной установки обуславливает необходимость проводить исследования характеристик ПС с использованием современных CAD-CAE пакетов (Ansys, NASTRAN и др), так как они позволяют получить высокоточные результаты.

Важным этапом при создании универсальной методики программного расчета ПС является параметризация модели. Наличие параметров позволяет проводить серии расчетов на одной модели и получать значения рабочих характеристик ПС различных типоразмеров. Это значительно сокращает время доводки ПС разного типа конструкций, в том числе и сегментных, на этапе проектирования.

Ранее была получена схема программного расчета ПС испытательной установки гладкого подшипника Дм-29. С её помощью были получены характеристики, которые адекватно описывали работу ПС. Расчёт проводился при следующих допущениях: модель течения жидкости ламинарная однофазная, не учитывались влияния температуры и деформаций втулки подшипника.

Однако реальной рабочей средой подшипника является смесь нескольких фаз (кавитация, масляное голодание и др.). Для получения более точных результатов требуется исследование многофазного течения [1].

Цель работы: Исследование характеристик двухфазного течения в ПС

Для данного расчета была использована модель взаимодействия фаз Mixture, которая описывает явление кавитации [2]. Рабочим телом является турбинное масло ТП 22. Параметры масла были взяты для температуры установившегося режима, полученного с помощью аналитического решения.

Для анализа характеристик подшипника была проведена серия расчётов для следующих диапазонов параметров: рабочий зазор $h = 90 \dots 130$ мкм; эксцентриситет вала $e = 5 \dots 30$ мкм; угол смещения вала $\gamma = 40 \dots 140^\circ$.

Результаты исследования течения смазки в ПС представлены на рисунках 1 и 2.

Сравнительный анализ полей давлений в рабочем зазоре (рисунок 1) показывает, что максимальное давление в однофазной среде больше, чем в двухфазной. Это характеризуется отрицательным влиянием кавитации на рабочий процесс ПС.

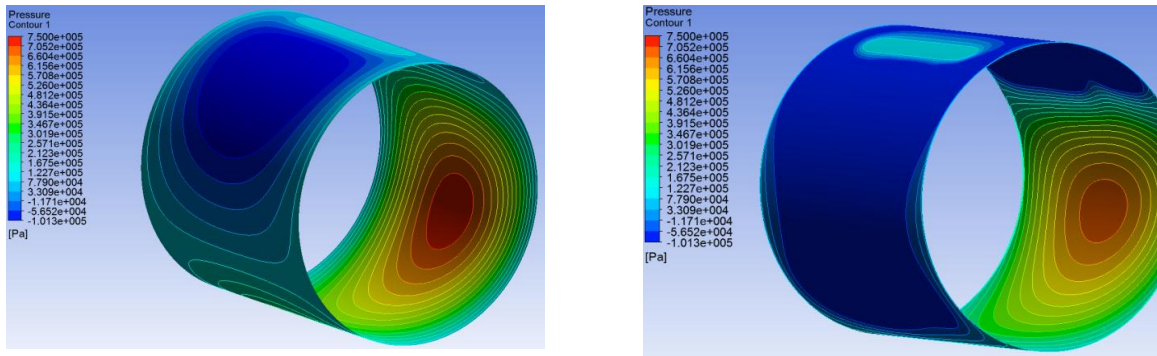


Рис. 1. Распределение давления по рабочему зазору ПС: в однофазной и двухфазной постановке

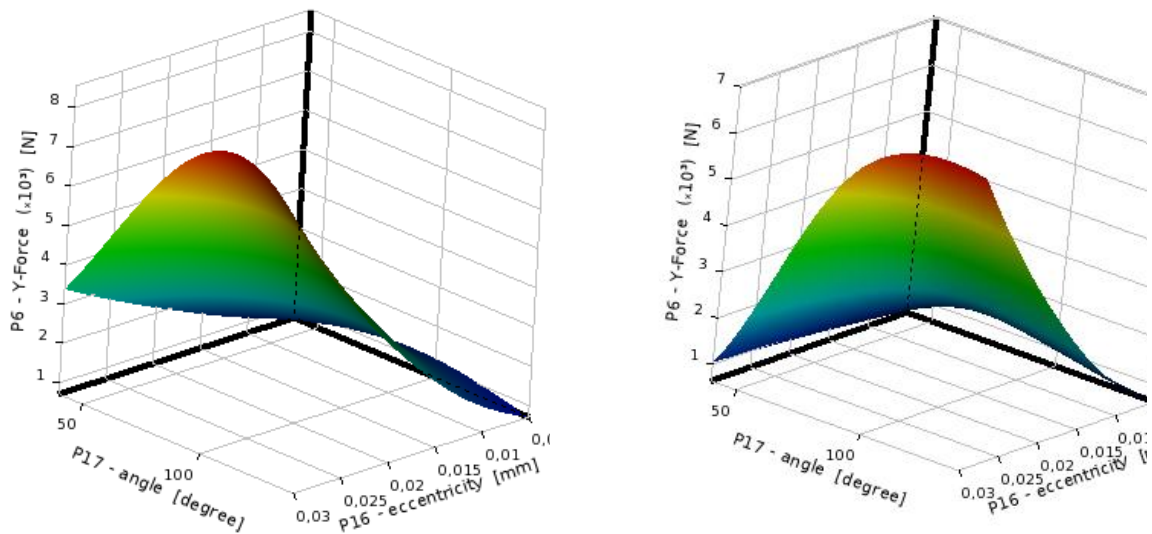


Рис. 2. Зависимость радиальной нагрузки от угла смещения и эксцентриситета вала в однофазной и двухфазной постановке

При максимальном эксцентриситете и минимальном рабочем зазоре наблюдаются наибольшие значения несущей способности подшипника (рисунок 2), что является адекватным описанием работы гладкого масляного ПС [3].

Таким образом, видно, что результаты расчёта с учетом кавитации (двухфазности) имеют адекватный характер. Сравнение с предварительным расчётом (однофазным) показывает разницу давлений: при однофазной модели течения $p_{max}^1 = 0,74$ МПа, при двухфазной модели $p_{max}^2 = 0,69$ МПа ($\Delta p = 7\%$). Влияние кавитации на несущую способность подшипника является значительным: при однофазной модели $F_{max}^1 = 8557$ Н, при двухфазной модели $F_{max}^2 = 7040$ Н ($\Delta F = 17\%$). Исходя из рисунка 2, максимальное значение несущей способности достигается при угле смещения вала $\gamma_1 = 109,19^\circ$ (при однофазной модели) и $\gamma_2 = 124,78^\circ$ (при двухфазной модели). Следовательно, для получения адекватной численной картины течения смазки ПС необходим учёт многофазности течения, так как кавитация сильно влияет на характеристики ПС.

Выводы:

1. Проведенное исследование показало, что явление кавитации отрицательным образом сказывается на рабочих характеристиках ПС. Таким образом, необходимым условием моделирования реальной рабочей среды подшипника скольжения является включение многофазности в расчетную схему.

2. Так как модель рассчитывалась без учёта температурных изменений и деформаций втулки, их влияние на рабочий процесс подшипника скольжения является направлением дальнейших исследований.

Библиографический список

1. Паровай Е. Ф. Моделирование сегментного подшипника скольжения с учетом многофазности рабочего тела. Насосы. Турбины. Системы. №3(20)/2016. С. 80-85.
2. А. О. Пугачёв Моделирование характеристик масляных и газовых подшипников скольжения методами вычислительной газовой динамики/ А. О. Пугачёв, Ю. А. Равикович, [и др.] // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). Вып. 3. Ч.2. Самара: СГАУ, 2013. – С.211-221.
3. Паровай, Е. Ф. Проектирование гидродинамического подшипника авиационного двигателя / Е. Ф. Паровай, В. Б. Гордеев [и др.] // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). Вып. 3. Ч.2. Самара: СГАУ, 2012. – С.107-111.